

KARAKTERISTIK KOMBINASI MINYAK HATI CUCUT (*Centrophorus* sp.) DAN SERBUK *Spirulina* SEBAGAI SEDIAAN SUPLEMEN MAKANAN

Julian Franklin Soselisa*, Sugeng Heri Suseno, Iriani Setyaningsih

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat

Telepon (0251) 8622909-8622906, Faks. (0251) 8622915

*Korespondensi: soselisaj86@gmail.com

Diterima: 11 Juli 2019/Disetujui: 2 Agustus 2019

Cara sitasi: Soselisa JF, Suseno SH, Setyaningsih I. 2019. Karakteristik kombinasi minyak hati cucut (*Centrophorus* sp.) dan serbuk *Spirulina* sebagai sediaan suplemen makanan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(2): 255-262.

Abstrak

Kandungan suplemen minyak ikan hanya mencukupi kebutuhan EPA dan DHA sehingga perlu ada penambahan makromolekul yang alami dari luar misalnya dari *Spirulina* yang memiliki jumlah protein dan mineral yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi kandungan kimia suplemen makanan dari minyak hati ikan cucut dan serbuk *Spirulina plantesis*. Proses ekstraksi menggunakan metode *dry rendering* dengan suhu 50°C selama 8 jam. Minyak hasil ekstraksi yang sudah disimpan kemudian dikombinasikan dengan penambahan serbuk *Spirulina* dengan konsentrasi 10; 30; dan 50% dari jumlah berat minyak hati cucut. Karakteristik kimia pada minyak kombinasi secara langsung dipengaruhi oleh konsentrasi penambahan *Spirulina*. Minyak dengan tambahan *Spirulina* 50% memiliki kandungan protein dan asam amino esensial tertinggi yang dibutuhkan tubuh yakni 24,3% dan leusin 2,08% serta DHA 8,99% sampai 11,14%. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan *Spirulina* meningkatkan komposisi kimia, namun menurunkan kandungan lemak dari minyak hati cucut.

Kata kunci: *dry rendering*, minyak ikan, omega-3, *Spirulina*, suplemen makanan

Characteristics of Combination Shark Liver Oil (Centrophorus sp.) And Spirulina Powder as Food Supplement

Abstract

The content of fish oil supplements is sufficient to fulfill the need of EPA and DHA, however adding nutritional value will be beneficial. This study was aimed to characterize the chemical content of the supplement from a combination of shark liver oil and *Spirulina* powder. The oil was extracted using dry rendering method at 50°C for 8 hours. The extracted oil was then combined with *Spirulina* powder with a concentration of 10; 30; and 50%. In general, the chemical characteristics of fish oil were affected by the addition of *Spirulina plantesis*. The fish oil with addition of *Spirulina* 50% had the highest protein (24.3%) and essential amino acid content (but comparable DHA content. In conclusion, addition of *Spirulina* increased the chemical content of the fish oil, but reduced their fatty acid content.

Keywords: dry rendering, food supplement, fish oil, omega-3, *Spirulina*

PENDAHULUAN

Perubahan gaya hidup dan pola konsumsi masyarakat di Indonesia menyebabkan peningkatan peredaran dan penggunaan suplemen makanan yang berbeda, masyarakat harus dilindungi dari suplemen makanan yang tidak memenuhi persyaratan mutu, keamanan, dan kemanfaatan serta dari risiko

penggunaan bahan yang tidak aman, tidak tepat, dan tidak rasional (BPOM 2004). Suplemen makanan adalah produk yang dimaksudkan untuk melengkapi kebutuhan zat gizi, memelihara, meningkatkan dan memperbaiki fungsi kesehatan perorangan, mengandung satu atau lebih bahan berupa vitamin, mineral, asam amino atau bahan lain

yang berasal dari tumbuhan atau hewan yang mempunyai nilai gizi dan efek fisiologis sesuai ketentuan umum dalam BPOM 2013, berbagai istilah lain yaitu *dietary supplement*, *healthy food*, atau *functional food* seperti suplemen minyak ikan untuk memenuhi kebutuhan omega 3 dan omega 6.

Minyak ikan dan *Spirulina* telah dikomersialkan sebagai suplemen yang terpisah dengan proses ekstraksi dan pemurnian minyak ikan sendiri maupun *Spirulina* masih menggunakan ekstraksi secara kimiawi yang berbahaya sehingga perlu adanya inovasi baru agar minyak hati cucut yang dihasilkan tidak menggunakan proses ekstraksi kimiawi sehingga lebih aman dikonsumsi. Manfaat minyak hati cucut yang diperkaya *Spirulina* sangat besar sehingga diharapkan dapat memenuhi dan melengkapi kebutuhan gizi perorangan, namun masih rendah tingkat konsumsi kedua produk ini oleh masyarakat sehingga perlu kajian suplemen minyak hati ikan cucut yang dikombinasi dengan *Spirulina* agar memperoleh gizi yang lengkap. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi minyak ikan dan *Spirulina* serta menentukan kombinasi terbaik dari sediaan suplemen minyak hati ikan cucut dan serbuk *Spirulina* menggunakan metode ekstraksi yang ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil samping ikan cucut berupa hati ikan cucut dan mikroalga *Spirulina*. Bahan yang digunakan, meliputi NaOH 0,5 N dalam metanol, BF₃ 20%, NaCl, isooctane, dan Na₂SO₄ anhidrat, KOH 0,1 N, alkohol netral 96%, indikator penolftalein, asam asetat, kloroform, akuades, natriumthiosulfat 0,02 N dan kalium iodid.

Alat utama dalam proses ekstraksi asam lemak omega-3 minyak ikan adalah *blender* (miyako CH-501, China), *heating drying oven* (DHG-9053A, Japan), sentrifuge (Hitachi Model Part No. R12A6904357D0, Japan). Alat untuk analisis lemak berupa *Gas Chromatography* (GC) Shimadzu Model GC 2010 plus dengan kolom cyanopropil methyl sil (capillary column), dimensi kolom p = 60

m, Ø dalam = 0,25 mm, 0,25 µm *film thickness*, laju alir N₂ 20 mL/menit, dan laju alir H₂ 30 mL/menit. Peralatan untuk analisis lainnya antara lain timbangan *electronic kitchen scale* (SF-400, China), *hot plate* (Favorit HP0707V2, Malaysia), mikro pipet (Gilson, Swiss), dan UV-Vis RS *Spectrophotometer* (UV-2500, Japan).

Metode Penelitian

Penelitian ini meliputi 4 tahap: 1) Preparasi sampel dan karakterisasi *Spirulina*, yang diawali dengan pengambilan sampel (hasil sampingan cucut) ditempat pelelangan ikan Muara Angke yang tempatkan kedalam *cool box* yang berisi es dan *ice gel* kemudian dibawa ke laboratorium. Tahap selanjutnya mengkarakterisasi serbuk *Spirulina* yang diperoleh dari Balai Inkubator Teknologi BPPT kawasan PUSPIPTEK Serpong dengan parameter uji meliputi analisis logam berat, proksimat, mineral dan asam amino. 2) Ekstraksi minyak hati cucut menggunakan metode *dry rendering* (rendering kering) dengan oven yang menggunakan sistem listrik lewat elemen pengatur suhu (Damongilala 2008) dengan suhu 50°C selama 8 jam. 3) Penambahan serbuk *Spirulina* kedalam minyak hati cucut dengan konsentrasi Formula 1 (10%), Formula 2 (30%) dan Formula 3 (50%) dari berat minyak hati cucut (b/b). Berdasarkan paten yang dikeluarkan oleh Kodo dan Nishigaki (2009) dan Tietze (2004) diketahui bahwa dosis *Spirulina* yang direkomendasikan untuk konsumsi manusia adalah 2 sampai 10 g/hari. 4) Karakterisasi minyak kombinasi meliputi analisis proksimat (AOAC 2012), analisis asam amino (HPLC/IK.LP-04.7-LP-1.0), mineral (AOAC 2012), uji aktivitas antioksidan (Molyneux 2004). Analisis data menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) pada pengaruh penambahan *Spirulina* terhadap kandungan kimia minyak kombinasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Residu logam berat pada hati cucut dan *Spirulina*

Residu logam berat yang terdapat pada hati ikan cucut dan *Spirulina* masih dalam ambang batas yang ditetapkan BSN (2009)

kecuali kandungan kadmium (Cd) pada hati ikan cucut dengan nilai sebesar 0,89 mg/kg yang diduga karena perairan tersebut banyak mengandung limbah cat dan baterai, sedangkan kandungan logam berat *Spirulina* juga masih dalam ambang batas. Logam berat merupakan bahan yang berbahaya karena apabila dikonsumsi melebihi ambang batasnya dapat merusak atau menurunkan fungsi sistem syaraf pusat, merusak komposisi darah, paru-paru, ginjal dan organ vital lainnya (Rochyatun dan Rozak 2007). Hasil analisis residu logam berat ditunjukkan pada *Table 1*.

Biota air yang ada di perairan yang tercemar logam berat dapat mengakumulasi logam berat dalam jaringan tubuhnya. Semakin tinggi kandungan logam berat dalam perairan maka semakin tinggi pula logam berat yang terakumulasi dalam tubuh hewan maupun tumbuhan air (Rai *et al.* 1981).

Komposisi kimia *Spirulina* dan minyak kombinasi

Komposisi kimia dalam bahan pangan dapat diketahui melalui analisis proksimat yang meliputi pengujian kadar air, abu, protein, lemak dan karbohidrat. Hasil analisis ragam terhadap konsentrasi penambahan *Spirulina* pada minyak hati cucut berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap nilai proksimat minyak kombinasi. Komposisi kimia minyak hati cucut, *Spirulina* dan minyak kombinasi disajikan pada *Table 2*.

Kadar abu pada minyak kombinasi berasal dari *Spirulina* itu sendiri. Kadar abu yang cukup tinggi pada Formula 3 yaitu 5,67% mengindikasikan bahwa sediaan suplemen ini memiliki kandungan mineral yang cukup tinggi. Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik.

Lemak dan minyak berperan penting dalam pemenuhan gizi tubuh karena merupakan sumber energi dan cita rasa. Hasil pengujian lemak pada *Table 2* menunjukkan bahwa Formula 1 memiliki kandungan lemak yang lebih tinggi dengan nilai sebesar 87,63%, hal ini dikarenakan konsentrasi *Spirulina* hanya sebesar 10% dari berat minyak hati cucut yang merupakan sumber lemak. Lemak merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan karbohidrat dan protein.

Spirulina merupakan sumber protein pada minyak kombinasi, kandungan protein *Spirulina* 55,27%. *Table 2* menunjukkan bahwa Formula 3 memiliki kandungan protein lebih tinggi yaitu 24,3%. *Spirulina* dapat menghasilkan sekitar 20 kali protein lebih baik dari pada kedelai atau jagung dan 200 kali lebih baik dari pada daging sapi (Jos *et al.* 2011). Suplemen minyak ikan yang ditambahkan *Spirulina* memiliki kandungan protein yang dapat melengkapi kebutuhan gizi tubuh dibandingkan dengan suplemen minyak ikan yang beredar di pasaran.

Hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa nilai IC_{50} terbaik yakni minyak hati cucut 400,92 ppm dan Formulasi 1 603,58 ppm. Agoramoorthy *et al.* (2007) menyatakan bahwa asam lemak tak jenuh lebih reaktif sebagai antioksidan dibandingkan dengan asam lemak jenuh. Nakbi *et al.* (2010) menyatakan bahwa MUFAs memang dapat menghambat oksidasi LDL (*low density lipoprotein*) dan efeknya diperkuat dengan adanya PUFAs. Fadilah *et al.* (2010) melaporkan penurunan aktivitas antioksidan *Spirulina* diduga disebabkan metode dan suhu pengeringan bahan baku yang digunakan. *Spirulina* komersial dikeringkan menggunakan *spray dryer* dengan suhu 170-200°C, diduga

Table 1 Heavy metal residues in liver of the shark and *Spirulina*

Heavy metal (mg/kg)	Shark liver	<i>Spirulina</i>	SNI 7387:2009
Lead (Pb)	<0.005	< 0.5	1
Cadmium (Cd)	0.87	< 0.1	0.5
Mercury (Hg)	<0.005	0.02	1
Arsenic (As)	<0.005	< 0.01	1
Chromium (Cr)	0.66	< 0.5	1

Table 2 Chemical composition of shark liver oil, *Spirulina* and combination oils

Parameters (%)	Sample type				
	Shark liver oil	<i>S. plantesis</i>	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Moisture	-	4.31±0.49	-	0.43±0.18 ^b	2.77±0.38 ^a
Ash	-	5.79±0.18	0.60±0.04 ^c	1.52±0.11 ^b	5.67±0.12 ^a
Lipid	99.46±0.45	6.64±1.02	87.63±0.09 ^a	76.92±0.35 ^b	60.27±0.23 ^c
Protein	0.11±0	55.27±1.20	6.96±0.46 ^c	16.32±0.71 ^b	24.30±0.56 ^a
Fiber	-	1.77±0.27	1.92±0.21 ^b	2.01±0.29 ^b	3.01±0.37 ^a
Carbohydrate*	0.43±0.45	26.22±2.80	2.89±0.81 ^a	2.80±0.83 ^a	3.98±1.19 ^a
Antioxidant activity (IC ₅₀) (ppm)	400.92±0.01	696.7±0.37	603.58±0.06 ^a	680.29±0.03 ^b	756.68±0.03 ^c

Information: *by difference

komponen fenol dan senyawa aktif pada *Spirulina* komersial mengalami kerusakan akibat pemanasan suhu tinggi.

Profil asam lemak minyak hati ikan cucut, *Spirulina* dan minyak kombinasi

Hasil uji asam lemak terhadap minyak hasil ekstraksi dengan metode *dry rendering* (50°C) menghasilkan 28 asam lemak yang tergolong dalam asam lemak jenuh (SFA) berjumlah 12 jenis dan memperoleh 35,48% dari total asam lemak yang teridentifikasi. Asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) teridentifikasi 7 jenis dan memperoleh 16,97% total asam lemak yang teridentifikasi, asam oleat mendominasi MUFA. Asam lemak tak jenuh jamak (PUFA) sebanyak 9 jenis dan DHA mendominasi PUFA. Total PUFA yang teridentifikasi berjumlah 37,58% dari asam lemak keseluruhan. Asam lemak minyak hati cucut *Spirulina* dan minyak kombinasi dapat dilihat pada Table 3.

Hasil uji asam lemak dari ketiga formula minyak kombinasi menunjukkan penambahan *Spirulina* dapat menurunkan jumlah total asam lemak dan konsentrasi omega-3 minyak kombinasi. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya konsentrasi minyak hati cucut yang merupakan sumber omega-3 dimana *Spirulina* memiliki konsentrasi omega-3 yang rendah. Penambahan *Spirulina* menghasilkan 28 asam lemak, yang tergolong dalam asam lemak jenuh (SFA) sebanyak 12 jenis. Asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) yang teridentifikasi berjumlah 7 jenis dan asam oleat mendominasi MUFA. Total MUFA tertinggi pada Formula 1 (13,82%), minyak

hati cucut merupakan penyumbang terbesar asam oleat. Asam oleat merupakan prekursor asam lemak omega-3 pada hewan. Asam lemak tak jenuh jamak (PUFA) sebanyak 9 jenis dan asam dokosaheksaenoat (DHA) mendominasi PUFA, kandungan DHA tertinggi sebesar 11,14% pada Formula 1.

Eikosapentaenoat acid (EPA) dan *Dokosaheksaenoat acid* (DHA) memiliki manfaat yakni mencerdaskan otak, membantu masa pertumbuhan dan menurunkan kadar trigliserida. Konsumsi bahan pangan yang mengandung EPA dan DHA dapat mereduksi risiko penyakit jantung hingga 36%, mencegah penyakit arthritis, inflamasi, kanker dan kondisi psikologis (Larsen *et al.* 2011).

Profil asam amino *Spirulina* dan minyak kombinasi

Kandungan asam amino pada *Spirulina* dan minyak kombinasi terdapat 15 jenis yang terdeteksi yaitu 9 jenis asam amino esensial dan 6 jenis asam amino non-esensial. Asam amino esensial pada *Spirulina* dan minyak kombinasi yakni metionine, valine, fenilalanine, leusine, lisine, histidine, treonin, arginine dan I-leusine, sedangkan asam amino non-esensialnya yaitu asam aspartat, asam glutamat, serine, glisine, alanine dan tirosine.

Sumber utama asam amino yang terdapat pada minyak kombinasi dari minyak hati cucut berasal dari mikroalga *Spirulina*. Terdapat kecenderungan peningkatan konsentrasi asam amino seiring meningkatnya konsentrasi *Spirulina*. Asam amino merupakan penyusun protein, jika hasil kadar protein rendah pada suatu produk maka kandungan asam

Table 3 Fatty acid of shark liver oil, *Spirulina* and combination *Spirulina* and oils

Fatty acid	Type of sample (%b/b)				
	Shark liver oil	<i>Spirulina</i>	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Caprylic acid. C8:0	-	0.04	0.03	0.01	0.01
Capric acid. C10:0	-	0.01	-	-	-
Lauric acid. C12:0	0.04	0.48	0.02	0.07	0.04
Tridekanoic acid. C13:0	0.02	-	-	-	-
Miristic acid. C14:0	2.66	0.15	2.34	2.21	2.22
Pentadekanoic acid. C15:0	0.65	0.05	0.56	0.53	0.54
Palmitic acid. C16:0	21.75	34.92	17.1	17.32	19.27
Heptadecanoic acid. C17:0	1.29	0.11	0.7	0.66	0.66
Stearic acid. C18:0	8.31	0.76	7.84	7.45	7.62
Arachidic acid. C20:0	0.31	0.04	0.31	0.3	0.3
Heneicosanoic acid. C21:0	0.05	-	0.05	0.06	0.05
Behenic acid. C22:0	0.16	-	0.17	0.15	0.15
Tricosanoic acid. C23:0	0.05	-	0.07	0.06	0.06
Lignoseriic acid. C24:0	0.19	-	0.24	0.2	0.23
Saturated fatty acid	35.48	36.56	29.43	29.02	31.15
Miristoleic acid. C14: 1	0.02	0.36	0.06	0.02	0.01
Palmitoleic acid. C16: 1	4.37	1.76	3.68	3.46	3.42
Heptadecanoic acid. C17: 1	0.35	0.13	0.16	0.15	0.13
Elaidat acid. C18: 1n9t	0.15	0.04	0.14	0.12	0.13
Oleic acid. C18: 1n9c	11.01	1.28	8.67	8.24	8.42
Eicocene acid. C20: 1	0.72	-	0.64	0.59	0.6
Nervonic acid. C24: 1	0.35	-	0.47	0.45	0.46
Monounsaturated fatty acid	16.97	3.57	13.82	13.03	13.17
Linoleic acid. C18: 2n6c	0.9	13.53	1.47	0.95	0.69
γ-Linolenic acid. C18:3n6	0.09	11.99	0.78	0.33	0.12
Linolenic acid. C18:3n3	0.27	0.12	0.2	0.18	0.17
Eicosedienoic acid. C20: 2	0.35	0.11	0.28	0.23	0.2
Eicosetrienoic acid. C20: 3n6	0.26	0.09	0.18	0.18	0.16
Arachidonic acid. C20: 4n6	4.37	0.04	2.35	2.22	2.03
Eicosapentaenoic acid. C20: 5n3	6.51	0.02	2.13	1.99	1.76
Docosadienoic acid. C22: 2	0.03	-	0.03	0.03	0.02
Docosahexaenoic acid. C22: 6n3	24.8	0.09	11.14	10.54	8.99
Polyunsaturated fatty acid	37.58	25.99	18.56	16.65	14.14
Total fatty acid	90.03	66.13	61.81	58.71	58.46

Information : Fatty acid units are based on the percentage (%) of the peak area of fatty acids identified by the total area of all the fatty acid peaks that appear on the chromatogram.

amino pada suatu produk tersebut akan rendah (Saputra *et al.* 2014). *Spirulina* dan ketiga formulasi minyak kombinasi memiliki 15 jenis asam amino yakni asam glutamat merupakan asam amino dominan dengan persentase 3,41% (Formula 3). Asam glutamat merupakan asam amino yang diperlukan oleh kelenjar prostat (Kenfack *et al.* 2011). Profil asam amino *Spirulina* dan minyak kombinasi dapat dilihat pada Table 4.

Kenfack *et al.* (2011) menyatakan bahwa asam aspartat merupakan asam amino penyusun protein pembangkit neuro transmitter pada otak dan saraf otot. Asam aspartat merupakan asam amino dominan kedua yang terdapat pada *Spirulina* dan ketiga formula setelah asam glutamat dengan persentase tertinggi 2,39% (Formula 3). Minyak hati cucut tidak dapat memberi pengaruh pada konsentrasi asam amino minyak kombinasi karena minyak hati cucut memiliki konsentrasi protein yang rendah 0,11%.

Kandungan mineral *Spirulina* dan minyak kombinasi

Mineral merupakan mempunyai peranan penting dalam pemeliharaan fungsi tubuh, seperti untuk pengaturan kerja enzim-enzim, pemeliharaan keseimbangan asam-basa, membantu pembentukan ikatan yang memerlukan mineral seperti pembentukan hemoglobin (Almatsier 2004). Kandungan mineral *Spirulina* dan minyak kombinasi dapat dilihat pada Table 5.

Penambahan *Spirulina* yang dapat menyumbang kandungan mineral pada minyak hati cucut, semakin besar konsentrasi *Spirulina* maka semakin tinggi kandungan mineral pada minyak kombinasi.

Potasium atau kalium merupakan mineral dominan yang terdapat dalam *Spirulina* dan ketiga formulasi dengan konsentrasi tertinggi 0,239% pada Formula 3, hal ini disebabkan penyumbang tunggal mineral minyak kombinasi berasal dari *Spirulina*. Kalium atau potasium memiliki peran

Table 4 Profile of amino acid *Spirulina* and combination oils

Amino acid	Sample type			
	<i>Spirulina</i>	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Methionine	1.37	0.07	0.36	0.48
Valine	4.71	0.50	1.28	1.66
Phenylalanine	3.19	0.33	0.87	1.12
Leucine	5.50	0.61	1.59	2.08
Lysine	5.68	0.31	0.84	1.31
Histidine	3.05	0.10	0.27	0.34
Threonine	4.63	0.32	0.79	1.05
Arginine	5.44	0.55	1.46	1.91
I-Leucine	4.02	0.43	1.11	1.43
Esesnsial of amino acid	37.59	3.22	8.57	11.38
Aspartic acid	6.12	0.71	1.82	2.39
Glutamic acid	9.11	0.99	2.67	3.41
Serine	3.06	0.32	0.83	1.07
Glycine	3.56	0.27	0.73	1.03
Alanine	4.91	0.53	1.37	1.79
Tyrosine	2.91	0.32	0.76	0.98
Non esesnsial of amino acid	29.67	3.14	8.18	10.67
Σ Amino acid	67.26	6.36	16.75	22.05

Table 5 The minerals content of *Spirulina* and combination oils

Minerals (mg/kg)	Type of sample			
	<i>S. plantesis</i>	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Calcium (Ca)	0.107	0.024±0.01	0.041±0.02	0.064±0.02
Sodium (Na)	0.144	0.010±0.01	0.034±0.01	0.069±0.03
Potassium (K)	1.139	0.025±0.03	0.119±0.24	0.239±0.42
Iron (Fe)	0.063	0.003±0.03	0.013±0.02	0.026±0.13
Zinc (Zn)	0.001	-	-	-
Magnesium (Mg)	0.241	0.015±0	0.077±0.07	0.136±0.15
Manganese (Mn)	0.004	-	-	-

dalam menghantarkan implus saraf serta pembebasan tenaga dari protein, lemak, dan karbohidrat sewaktu metabolisme. Kalium juga berperan dalam penyampaian implus-impuls saraf ke serat-serat otot dan juga dalam kemampuan otot untuk berkontraksi. Kalium dibutuhkan tubuh minimum sebanyak 2000 mg sehari (Almatsier 2009).

Kalsium merupakan mineral dominan kedua yang terdapat dalam Formula 1 dengan persentasi 0,024%, sedangkan magnesium merupakan mineral dominan kedua yang terdapat dalam Formula 2 dan Formula 3 dengan persentasi 0,077% dan 0,136%. Kalsium memiliki peran dalam pembentukan tulang, gigi dan memegang peranan dalam proses menjaga ritme jantung yang normal serta mempertahankan mekanisme kerja ginjal dalam proses mempertahankan kadar zat-zat agar tetap normal (Piliang dan Haj 2006).

Angka kecukupan rata-rata sehari kalsium menurut WNPG (2008) yaitu 800 mg untuk dewasa dan 500-1000 mg untuk anak-anak dengan rentan usia 1-18 tahun. sedangkan angka kecukupan rata-rata sehari magnesium 270-300 mg untuk dewasa dan 60-270 mg untuk anak-anak. Magnesium merupakan unsur esensial bagi tubuh. Magnesium bertindak di dalam semua sel jaringan lunak sebagai katalisator dalam reaksi-reaksi biologik termasuk reaksi-reaksi yang berkaitan dengan metabolisme, energi, karbohidrat, lipida dan protein.

KESIMPULAN

Spirulina dapat meningkatkan kandungan gizi minyak hati cucut. Konsentrasi bahan

baku dapat memengaruhi konsentrasi kimia produk akhir, semakin tinggi konsentrasi *Spirulina* maka semakin tinggi protein, mineral, serat, karbohidrat dan kandungan asam amino pada minyak hati cucut, namun kandungan lemak menjadi berkurang. Hasil analisis ragam ($p < 0.05$) menunjukkan Formula 3 memiliki kandungan proksimat dan asam amino esensial terbaik yang dibutuhkan tubuh, namun cenderung menurun terhadap kandungan lemak dan asam lemak omega-3 DHA 8,99% dari total PUFA 14,14%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agoramoorthy G, Chandrasekaran M, Venkatesalu V, Hsu MJ. 2007. Antibacterial and antifungal activities of fatty acid methyl esters of the blind-your-eye mangrove from India. *Brazilian Journal of Microbiology*. 38(4): 739-742.
- Almatsier S. 2004. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier S. 2009. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier S, Soetardjo S, Soekatri M. 2011. *Gizi seimbang dalam daur kehidupan*. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist*. Arlington (US): The Association of Analytical Chemist. Inc.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2012. *Official Methods of Analysis*. Arlington (US): The Association of Analytical Chemist. Inc.
- [BPOM RI] Badan Pengawasan Obat dan

- Makanan Republik Indonesia. 2004. *Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor hk.00.05.23.3644 tentang Ketentuan Pokok Pengawasan Suplemen Makanan*. Jakarta (ID): Badan Pengawas Obat dan Makanan.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. *Tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. SNI 7387:2009*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- Damongilala LJ. 2008. Kandungan asam lemak tak jenuh minyak hati ikan cucut botol (*Centrophorus* sp.) yang diekstraksi dengan cara pemanasan. *Jurnal Ilmiah Sains*. 2(8): 249-253.
- Fadilah, Distantina S, Winarti. 2010. Pengaruh metode pengeringan terhadap kecepatan pengeringan dan kualitas karagenan dari rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Universitas Diponegoro. 1411-4216.
- Jos B, Prayudi E S, Yudha S. 2011. Optimalisasi Ekstraksi Dan Uji Stabilitas Phycocyanin Dari Mikroalga *Spirulina* Platensis. *Jurnal Teknik* 32 (3):187-193.
- Kenfack MA, Dikosso SE, Loni EG, Onana EA, Sobngwi E, Gbaguidi E. 2011. Potential of *Spirulina platensis* as a nutritional supplement in malnourished HIV infected adults Sub-Saharan Africa. *Nutrition and Metabolic Insights*. 4(1): 29-37.
- Kodo Y, Nishigaki H. 2009. Oral dosage composition. Jepang (JP): Patent Application Publication.
- Kusnandar F. 2011. *Kimia pangan*. Komponen Makro. Jakarta (ID): Dian Rakyat
- Larsen R, Eilersten KE, Elvevoll EO. 2011. Health benefits of marine foods and ingredients. *Biotechnology Advances*. 29(5): 508-518.
- Molyneux P. 2004. The user of stabile free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal Science and Technology*. 26(2): 211-219.
- Nakbi A, Issaoui M, Dabbou S, Koubaa N, Echbili A, Hammami M, Attia N. 2010. Evaluation of antioxidant activities of phenolic compounds from two extra virgin olive oils. *Journal of Food Composition and Analysis*. 23(7): 711-715.
- Piliang WG, Haj DA. 2006. *Fisiologi Nutrisi*. Bogor (ID): IPB Press.
- Rai LL, Gaur J, Kumar HD. 1981. Phycology and heavy metal pollution. in biological review of the phycology society. London (UK): Cambridge University Press.
- Rochyatun E, Rozak A. 2007. Pemantauan kadar logam berat dalam sedimen di perairan teluk Jakarta. *Jurnal Makara Sains*. 11(1): 28-36.
- Saputra JSE, Agustini TW, Dewi EN. 2014. Pengaruh penambahan biomassa serbuk *Spirulina platensis* terhadap sifat fisik, kimia, dan sensori pada tablet hisap (lozenges). *Jurnal Pengolahan Hasil Perairan Indonesia*. 17(3): 281-291.
- Tietze HW. 2004. *Spirulina Micro Food Macro Blessing*. Ed ke-4. Australia (AU): Harald W. Tietze Publishing.
- [WNPG] Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi. 2008. *Meningkatkan Ketahanan Pangan dan Gizi Untuk Mencapai Millenium Development Goal's*. WNPG XI on 13:36.